

東京湾における高波対策検討委員会（第1回）

横浜港護岸復旧工法検討会（第1回）

合同会議

日時：令和元年10月8日（火）15:00～17:00

場所：横浜第2合同庁舎14階

関東地方整備局 会議室

議事次第

1. 開 会

2. 両委員会の設置趣旨

3. 議 事

（1）台風15号による高波被害の状況について

（2）台風15号による発生波浪と被災メカニズムについて

4. 閉 会

(配布資料)

議事次第、委員名簿、配席図

資料－1 東京湾における高波対策検討委員会の設置趣旨

資料－2 横浜港護岸復旧工法検討委員会の設置趣旨

資料－3 台風15号を踏まえた高波対策・護岸復旧の検討体制

資料－4 台風15号による護岸等の被災状況

資料－5 台風15号による発生波浪の整理（波浪推算）

資料－6 高波による被災メカニズム

東京湾における高波対策検討委員会 委員構成

(敬称略)

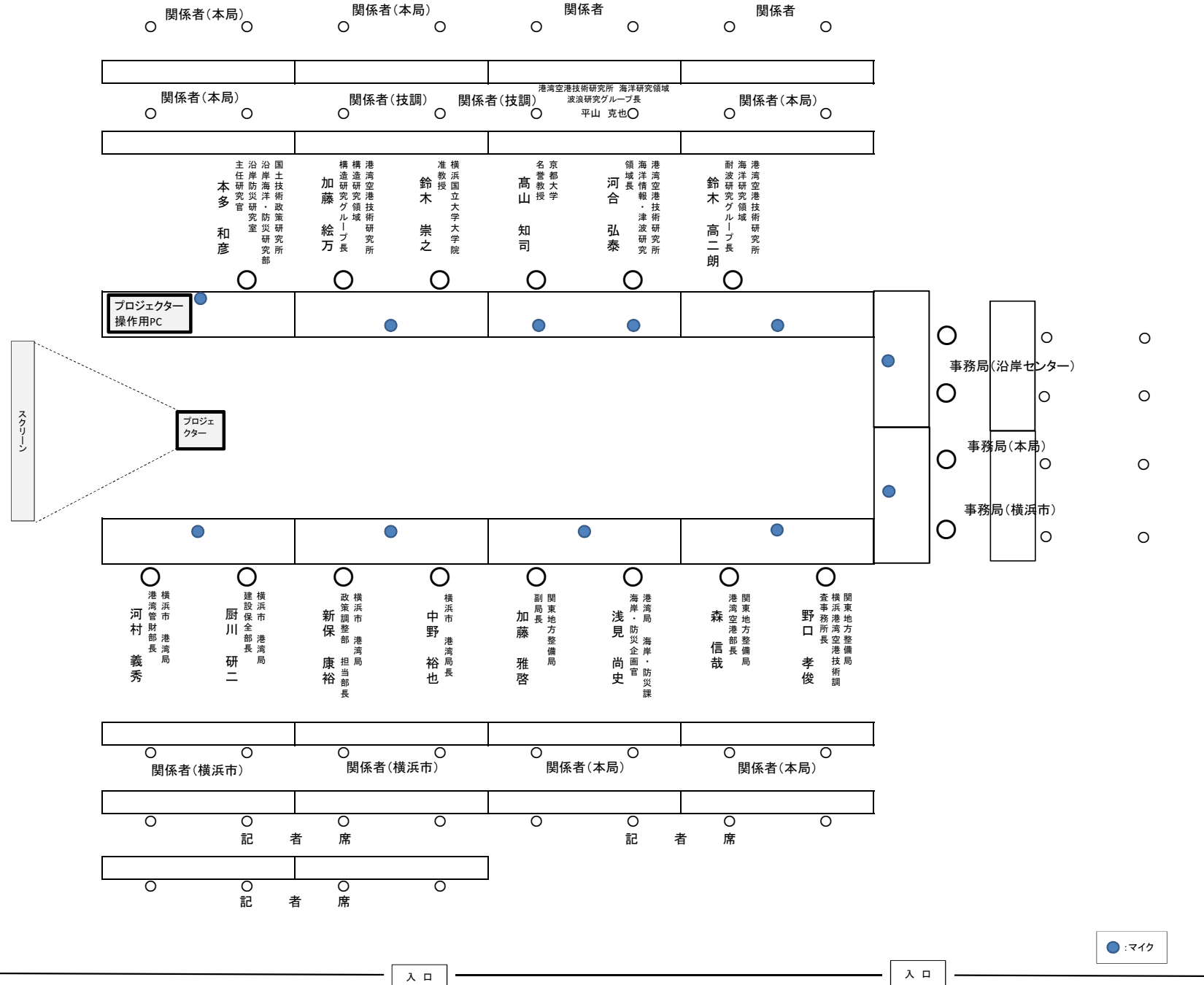
| | 氏 名 | 所 属 |
|-----|--------|---|
| 委員長 | 高山 知司 | 京都大学 名誉教授 |
| 委員 | 鈴木 崇之 | 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 准教授 |
| " | 河合 弘泰 | (国研)海上・港湾・航空技術研究所 海洋情報・津波研究領域長 |
| " | 鈴木 高二朗 | (国研)海上・港湾・航空技術研究所 海洋研究領域 耐波研究グループ長 |
| " | 加藤 絵万 | (国研)海上・港湾・航空技術研究所 構造研究領域 構造研究グループ長 |
| " | 山本 康太 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長 |
| " | 本多 和彦 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室 主任研究官 |
| 関係者 | 浅見 尚史 | 国土交通省 港湾局 海岸・防災課 海岸・防災企画官 |
| " | 森 信哉 | 国土交通省 関東地方整備局 港湾空港部長 |
| " | 野口 孝俊 | 国土交通省 関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所長 |
| " | 新保 康裕 | 横浜市 港湾局 政策調整部 担当部長 |
| " | 厨川 研二 | 横浜市 港湾局 建設保全部長 |

横浜港護岸復旧工法検討会 委員構成

(敬称略)

| | 氏名 | 所属 |
|-----|--------|---|
| 委員長 | 鈴木 崇之 | 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 准教授 |
| 委員 | 鈴木 高二朗 | (国研)海上・港湾・航空技術研究所 海洋研究領域 耐波研究グループ長 |
| 〃 | 加藤 絵万 | (国研)海上・港湾・航空技術研究所 構造研究領域 構造研究グループ長 |
| 〃 | 本多 和彦 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室 主任研究官 |
| 〃 | 浅見 尚史 | 国土交通省 港湾局 海岸・防災課 海岸・防災企画官 |
| 〃 | 森 信哉 | 国土交通省 関東地方整備局 港湾空港部長 |
| 〃 | 野口 孝俊 | 国土交通省 関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所長 |
| 〃 | 新保 康裕 | 横浜市 港湾局 政策調整部 担当部長 |
| 〃 | 河村 義秀 | 横浜市 港湾局 港湾管財部長 |
| 〃 | 厨川 研二 | 横浜市 港湾局 建設保全部長 |

「東京湾における高波対策検討委員会(第1回)」配席図
 【日時】令和元年10月8日(火) 15:00~17:00 【場所】141・142会議室



東京湾における高波対策検討委員会の設置趣旨

1. 背景

9月9日未明に東京湾を通過した台風15号では、湾内各地で記録的な暴風・波浪を観測するとともに、横浜港の本牧Dふ頭、南本牧ふ頭、金沢区福浦などにおいては、想定以上の高波による護岸（パラペット）の損壊や背後地の浸水が発生するなど甚大な被害をもたらした。

2. 委員会の設置趣旨

関東地方整備局では、被災以降、これまでに、関係機関の協力を得ながら、横浜港において被災状況調査や波浪シミュレーション等を実施しているところであるが、今回の台風で被災した護岸の復旧はもとより、今後、東京湾内で発生しうる最大クラスの高波を想定した護岸の断面設計にあたって、設計波の見直しや波力の作用等を考慮した外郭施設（護岸、胸壁、防潮堤等）の設計手法について検討する必要がある。

このため、学識経験者及び行政関係者からなる「東京湾における高波対策検討委員会」を設置する。

3. 検討スケジュール

【第1回】10月8日（火）

・台風15号による発生波浪、被災メカニズムなど

※ 第2回以降、最大クラスの高波を考慮した設計波の見直しや高波の作用を考慮した外郭施設（護岸等）の設計手法について検討し、年内に一定の結論を得る予定。

横浜港護岸復旧工法検討会の設置趣旨

1. 背景

9月9日未明に東京湾を通過した台風15号では、湾内各地で記録的な暴風・波浪を観測するとともに、横浜港の金沢区福浦・幸浦、本牧ふ頭D突堤などにおいては、想定以上の高波による護岸上部工（パラペット）の損壊や背後地の浸水など甚大な被害をもたらした。

2. 検討会の設置趣旨

横浜市港湾局では、高波による広範囲にわたる護岸上部工の損壊を踏まえ、背後を利用する事業所や物流施設等を守るため、大型土嚢を設置する応急処置を行っているが、同様の被害の再発防止に向け、今後想定される最大クラスの高波にも耐えうる構造で本復旧を早急に行わなければならない。

そのため、関東地方整備局が開催する東京湾における高波対策検討委員会の検討内容を踏まえ、護岸復旧の方針や復旧工法の検討を行う必要がある。

以上より、学識経験者及び行政関係者からなる「横浜港護岸復旧工法検討会」を設置する。

3. 検討スケジュール

【第1回】10月8日（火）

・台風15号による発生波浪、被災メカニズムなど

※東京湾における高波対策検討委員会の検討結果を踏まえて、復旧断面及び復旧工法の検討を行い、年内を目途に方向性を定める予定。

台風15号を踏まえた高波対策・護岸復旧の検討体制

東京湾における高波対策検討委員会

横浜港護岸復旧工法検討会

関東地方整備局

横浜市

○今後、東京湾内で発生しうる最大クラスの高波を想定した護岸の断面設計手法……設計波、波力の作用、設計手法 等の見直し

○被災施設の復旧……再度災害の防止、背後利用を考慮、速やかな復旧 等

○台風15号による東京湾内の被災整理

特に港湾施設の被災が顕著な横浜港(本牧Dふ頭、金沢区福浦等)の被災整理

○主な検討項目

①台風15号による発生波浪の整理
(気象・海象観測データの整理、波浪推算 等)

②高波による被災メカニズムの検証

③最大クラスの高波を考慮した設計波の見直し
(横浜港をケーススタディ)

④高波の波力を考慮した護岸(パラペット等)の設計手法の検討

○主な検討項目

①横浜港の被災箇所の条件整理(背後地及び前面水域の利用、排水処理等)

②護岸復旧方針(越波許容の有無、天端高等)

③復旧断面・復旧工法の検討(再度災害防止を考慮)

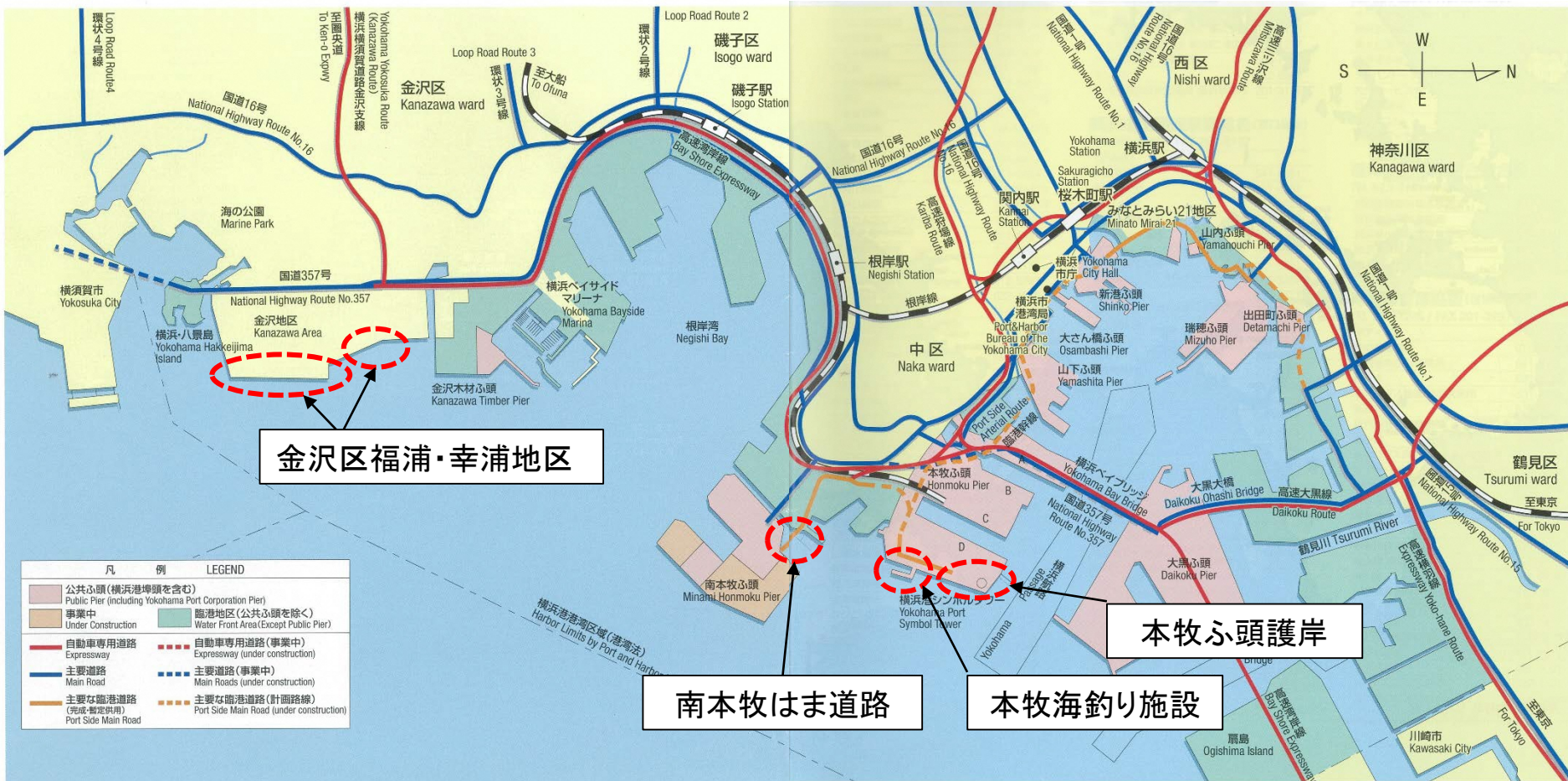
④復旧計画



台風15号による高波被害 の状況について

横浜市 港湾局

横浜港全体図



南本牧はま道路の被災状況

南本牧はま道路



接触した船



はま道路橋梁の表面①



はま道路橋梁の表面②



本牧ふ頭地区の被災状況(1)

海釣り栈橋



管理棟



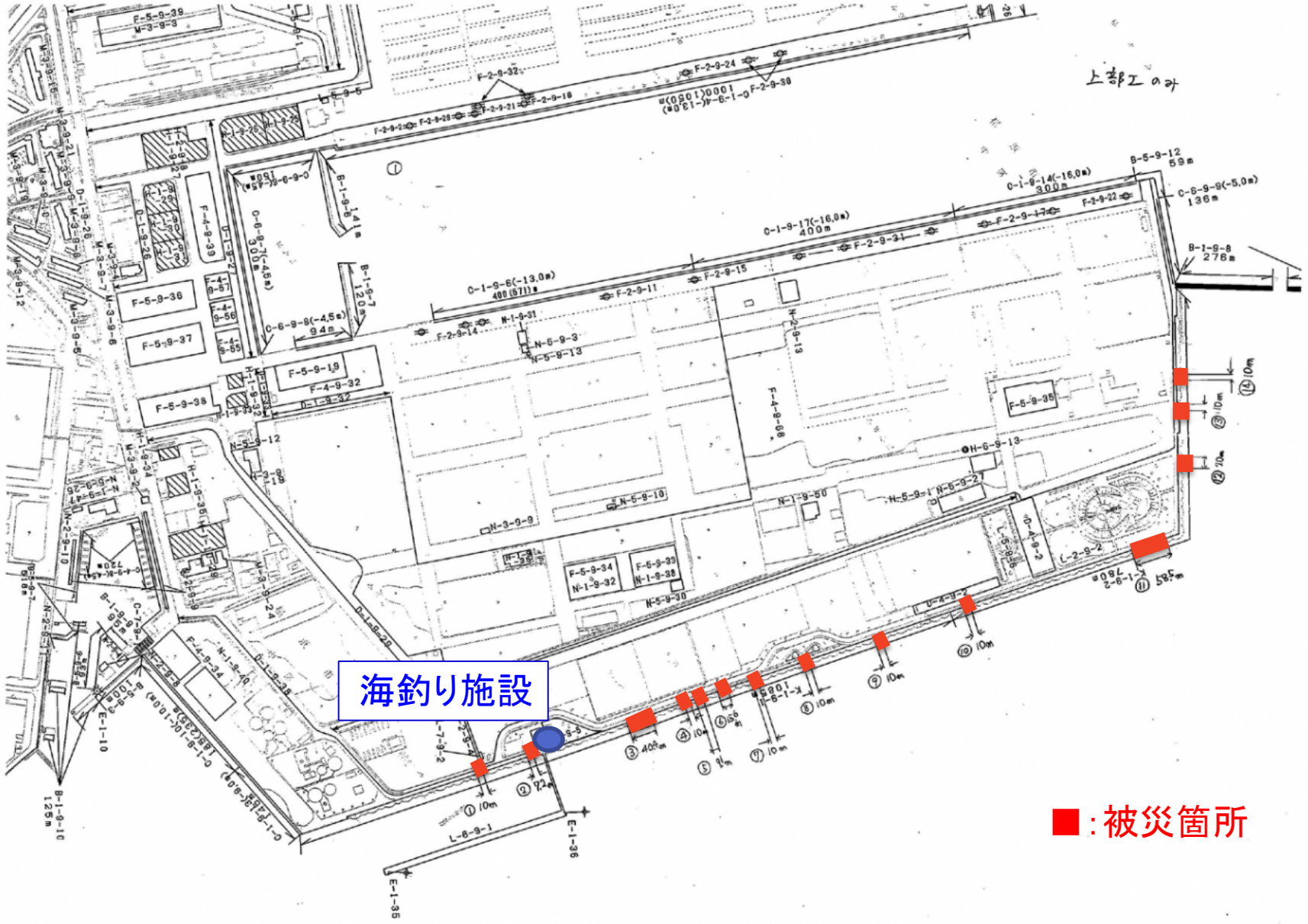
護岸上部工



護岸上部工



本牧ふ頭地区の被災状況 (2)



金沢区福浦・幸浦地区の被災状況(1)

福浦地区護岸



福浦地区護岸



幸浦地区護岸



ヘリポート護岸



金沢区福浦・幸浦地区の被災状況(2)

ヘリポート北側の築山



築山頂部 (TP+10.9) の波の痕跡



護岸背後の舗装状況



金沢工業団地の道路状況



金沢区福浦・幸浦地区の被災状況(3)



護岸の仮復旧状況

金沢区福浦地区



金沢区幸浦地区



本牧ふ頭海釣り施設



本牧ふ頭D突堤



台風1915号による発生波浪の整理 (波浪推算)

台風1915号による発生波浪の整理

【内容】

1. 台風1915号の特徴
2. 波浪推算の条件
3. 波浪推算結果
 - 風・波浪推算値の実測値による再現
 - 横浜港代表地点の風・波浪の時系列図
 - 代表時刻の風・波浪平面分布図
 - 代表地点の波浪方向スペクトル図
4. 波浪推算結果のまとめ

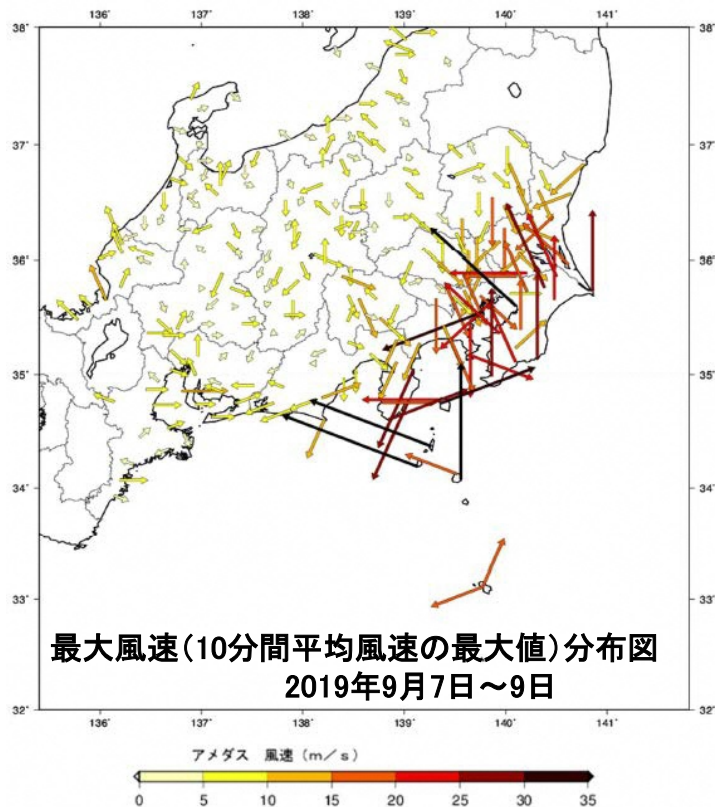
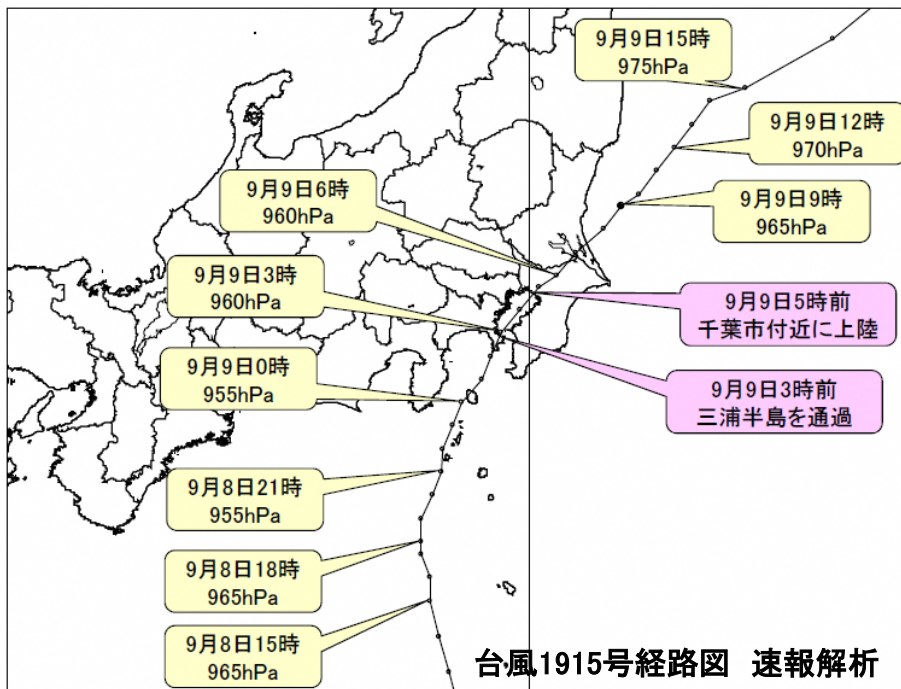
1. 台風1915号の特徴 (1)

台風1915号は、9月9日3時ころ三浦半島を通過、東京湾を北上し、中心気圧960hPa、最大風速40m/sで、9月9日5時前に千葉市付近に上陸した。関東地方に接近・上陸した台風としては、中心気圧が低く風が強いのが特徴で、進路の東側にあたる伊豆諸島や房総半島で記録的な暴風を観測した。

＜関東に上陸した台風としては、強さは最強クラス＞

- ・中心気圧(上陸時**960hPa**) : 記録に残っている1951年以降で**中心気圧最低**
- ・最大風速(上陸時**40m/s**) : 記録に残っている1991年以降で**最強**

最近の類似事例: 2002年の台風0221号。10月1日20時半頃に川崎市に上陸し、中心気圧960hPaで最大風速35m/s。



1. 台風1915号の特徴(2)

主な観測地点の風の状況(2019年9月9日)

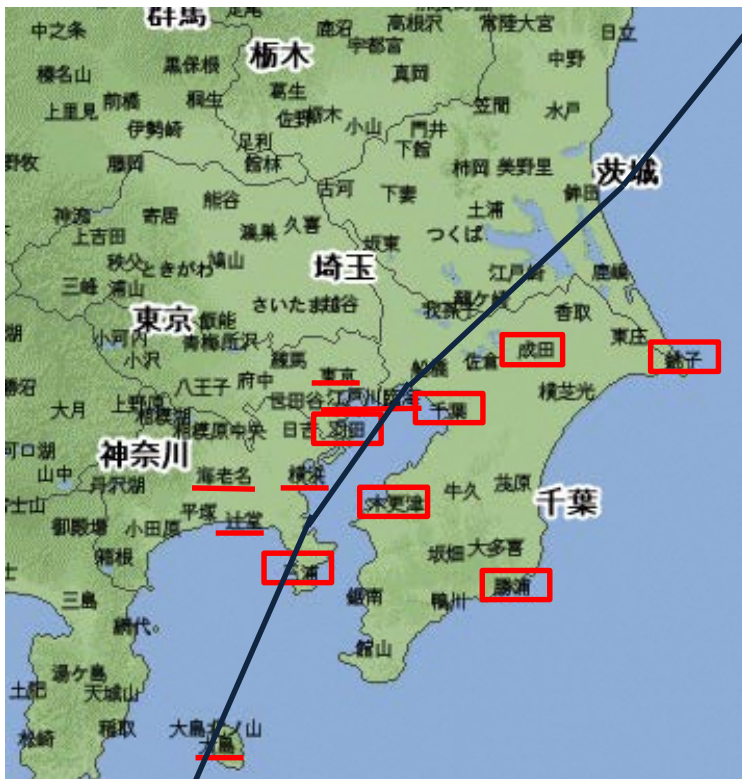
東京都

| 地点名 | 風向 | 風速 | 時刻 |
|-------|-----|-------|--------|
| 東京 | 北西 | 15.4 | 05時00分 |
| | 北北東 | 31.4 | 03時37分 |
| 江戸川臨海 | 北東 | 21.5 | 03時44分 |
| | 北北東 | 36.5 | 04時10分 |
| 羽田 | 東北東 | 32.4* | 03時32分 |
| | 東北東 | 43.7* | 03時27分 |
| 大島 | 西南西 | 30.2 | 01時16分 |
| | 西南西 | 47.1 | 01時11分 |

台風進路周辺の風観測値(アメダス)をピックアップ

神奈川県

| 地点名 | 風向 | 風速 | 時刻 |
|-----|-----|-------|--------|
| 横浜 | 北 | 23.4 | 03時28分 |
| | 北 | 41.8 | 03時12分 |
| 海老名 | 北北西 | 14.9 | 03時14分 |
| | 北 | 27.3 | 02時29分 |
| 辻堂 | 北北西 | 18.7 | 02時46分 |
| | 北 | 34.0 | 02時37分 |
| 三浦 | 西北西 | 21.0* | 03時07分 |
| | 東 | 41.7* | 01時33分 |



千葉県

| 地点名 | 風向 | 風速 | 時刻 |
|-----|-----|-------|--------|
| 千葉 | 南東 | 35.9* | 04時28分 |
| | 南東 | 57.5* | 04時28分 |
| 木更津 | 南東 | 23.2* | 02時53分 |
| | 東南東 | 49.0* | 02時48分 |
| 成田 | 南南東 | 29.6 | 05時36分 |
| | 南南東 | 45.8* | 05時36分 |
| 勝浦 | 南 | 29.5* | 03時35分 |
| | 南南西 | 40.8 | 04時29分 |
| 銚子 | 南 | 25.9* | 06時44分 |
| | 南 | 40.4 | 07時01分 |

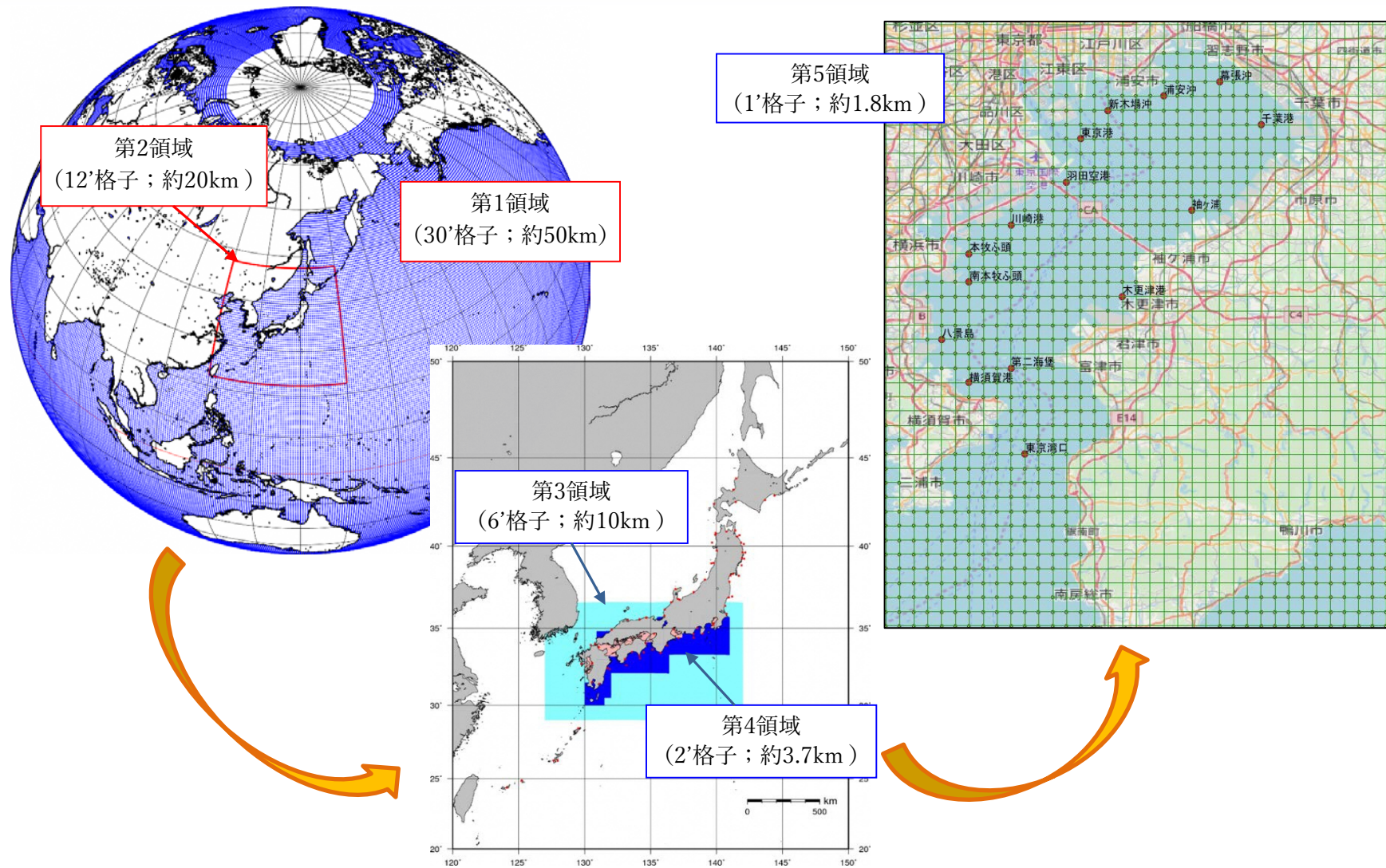
(注)※□は観測史上1位の値を更新

風速:m/s
上段:最大風速
下段:最大瞬間風速

・台風進路の東側で観測史上最大の風速が見られることが特徴的

2. 波浪推算の条件(1)

波浪推算計算領域(1)

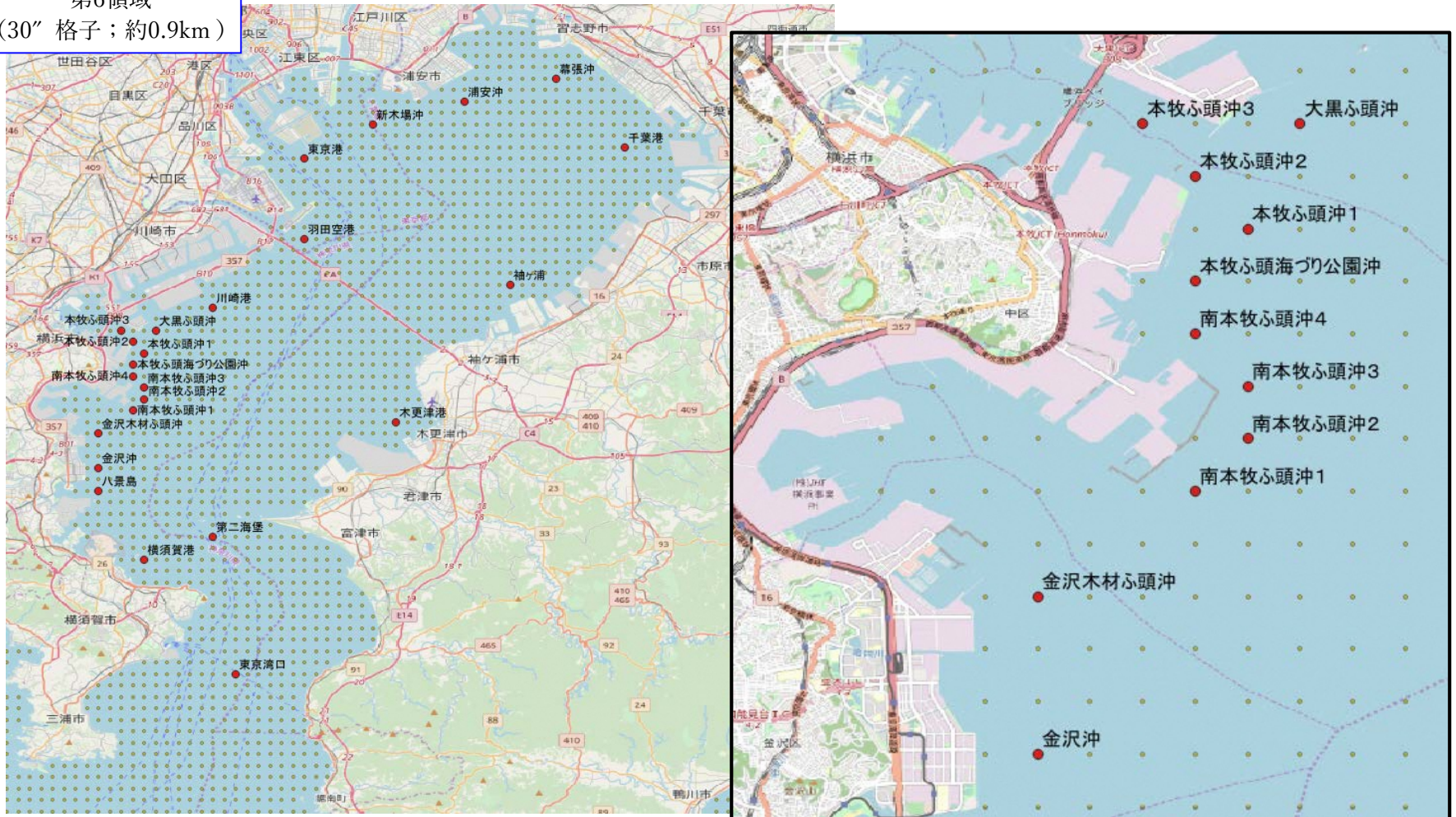


波浪推算計算領域図(第1~第5領域)

2. 波浪推算の条件(2)

波浪推算計算領域(2)

第6領域
(30" 格子; 約0.9km)



波浪推算計算領域図(第6領域)

2. 波浪推算の条件(3)

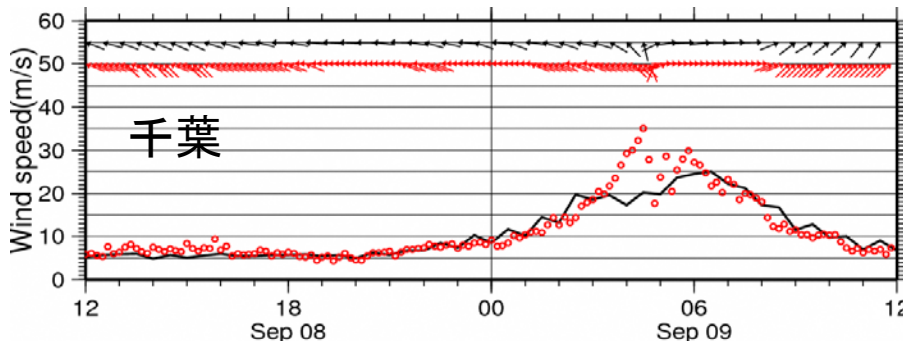
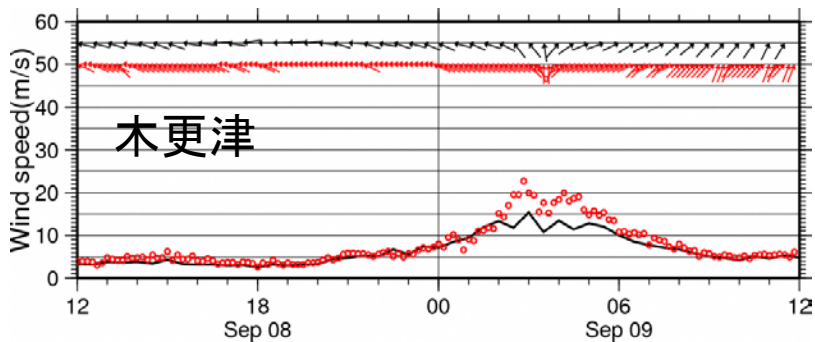
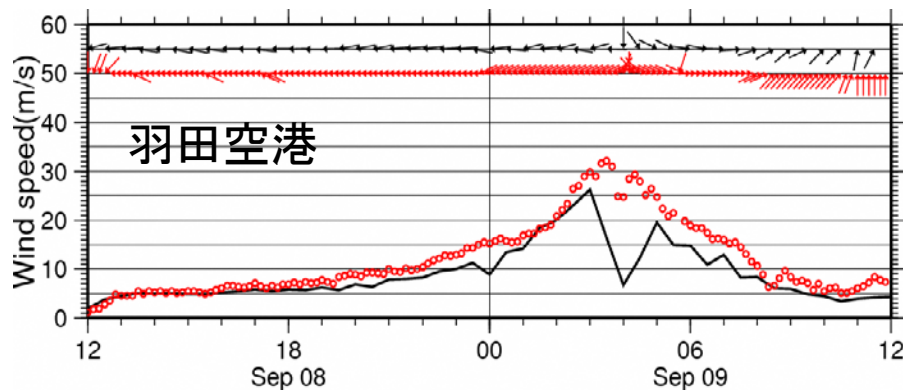
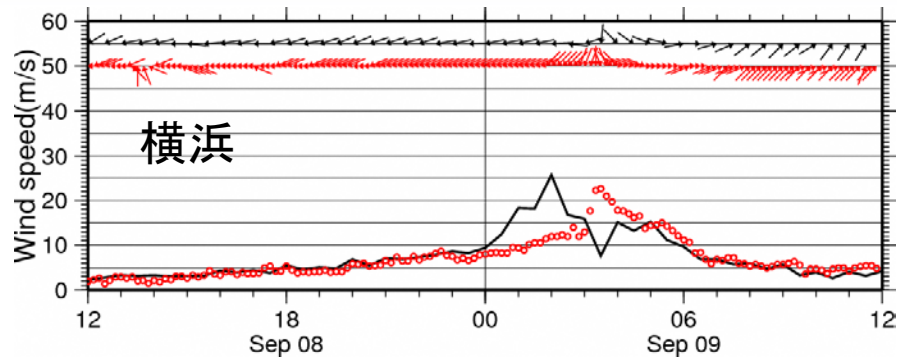
波浪推算計算条件

| | 領域1 | 領域2 | 領域3 | 領域4 | 領域5 | 領域6 |
|---------------|---|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 計算領域 | 全球 | N 22.4～ 47.6 E 120～ 150 | N 29～37 E 127～ 142 | 九州～関 東の沿岸 (多角形) | N35.0～ 35.7 E139.6～ 140.2 | N35.1～ 35.7 E139.6～ 140.2 |
| 波浪推算 モデル | WAVEWATCH III | | | | SWAN | |
| 格子間隔 | 30' (約50km) | 12' (約20km) | 6' (約10km) | 2' (約 3.7km) | 1' (約 1.8km) | 30'' (約 0.9km) |
| 方向・周波 数分割数 | 32×25 | 32×25 | 32×25 | 32×25 | 72×35 | 72×35 |
| 周波数分 割 | $f(1) \times 1.10^{(i-1)}$ ($f(1)=0.04177248\text{Hz}$) | | | | 0.04～1.0Hz(35分割) | |
| 方向分割 | $(2\pi/\text{方向分割数})/2 \sim (2\pi/\text{方向分割数}) \times (i-1) + (2\pi/\text{方向分割数})/2$ | | | | | |
| 入力風 | NCEP | 毎時大気 解析値 | LFM | | | |
| 深海 / 浅海 | 深 海 | | | | 浅海 (JTOPO30-v2) | |

(注) NCEP: 米国NOAAの研究機関NCEPによる気象格子点予測値
 毎時大気解析値、LFM: 気象庁による気象格子点予測値(毎時大気解析値; 5kmメッシュ、LFM ; 2kmメッシュ)
 JTOPO30-v2: 一般財団法人日本水路協会 海洋情報研究センターによる水深データ

3. 波浪推算結果(1)

東京湾周辺の風観測地点(8カ所)で検証
風の推算値は概ね観測値を再現している

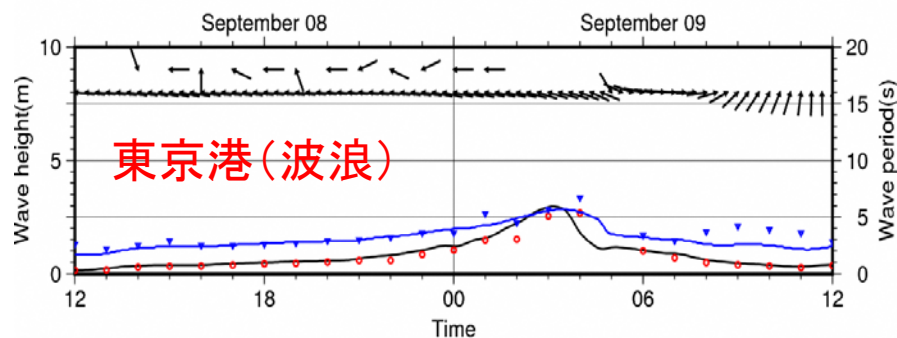
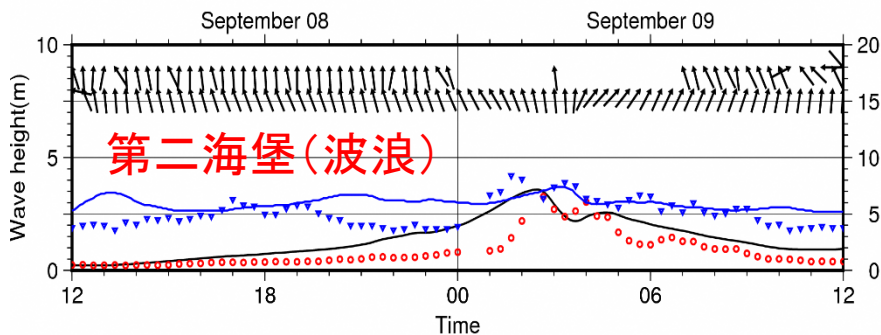
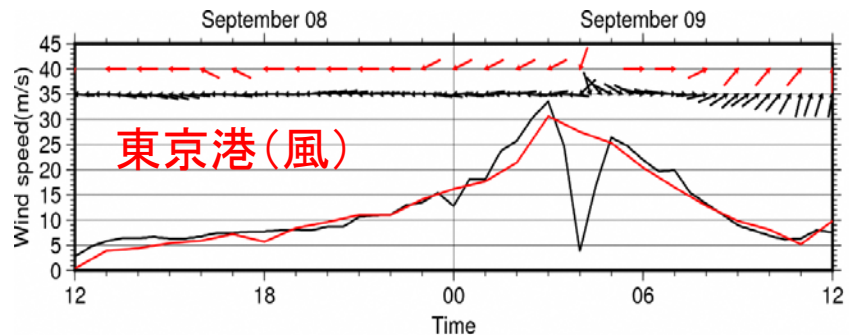
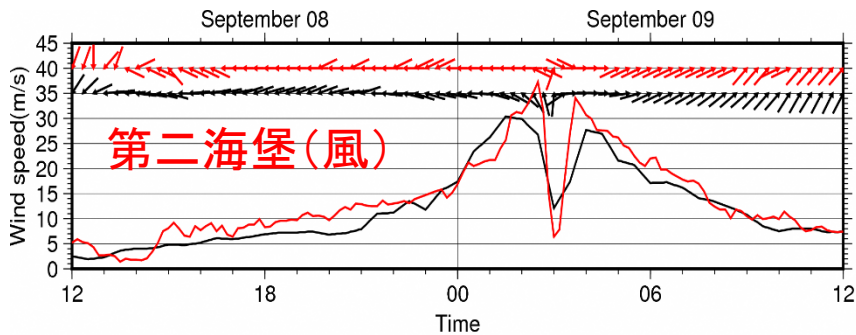


風の推算値の実測風による検証

赤のプロット : 観測値(10分値)
黒のプロット : LFM(30分値)

3. 波浪推算結果 (2)

東京湾内の波浪観測地点(2カ所)で、風、波浪とも、概ね推算値は観測値を再現している



【上段(風)】

赤のプロット：観測値

黒のプロット：推算値

【下段(波浪)】

黒実線：推算波高、青実線：推算周期、

○：観測波高、▼：観測周期

上段の矢印：観測波向、下段の矢印：推算波向

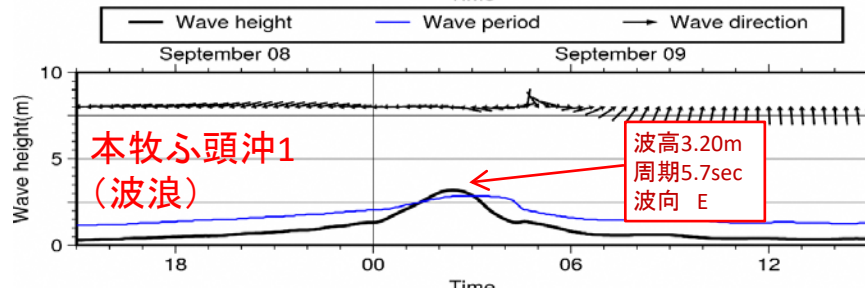
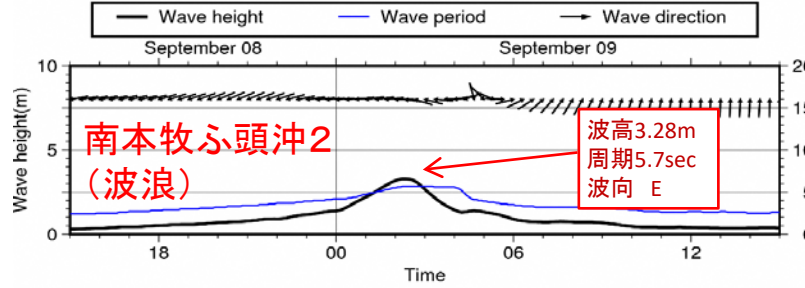
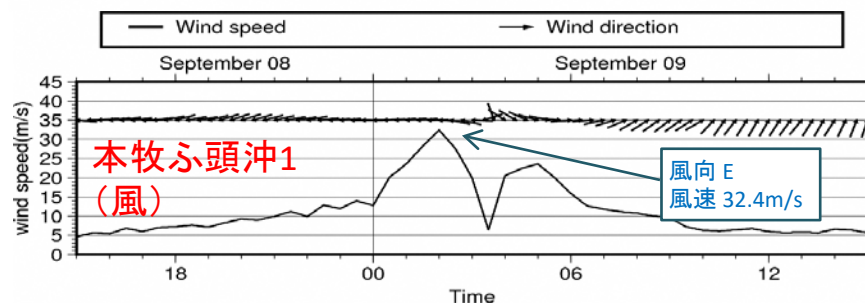
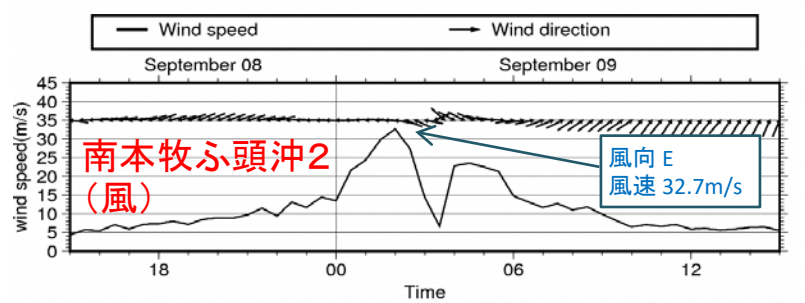
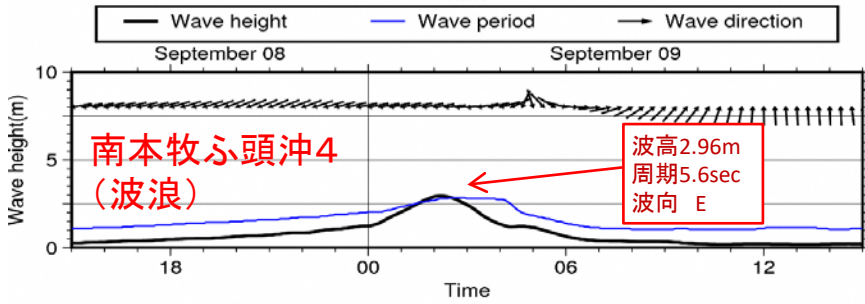
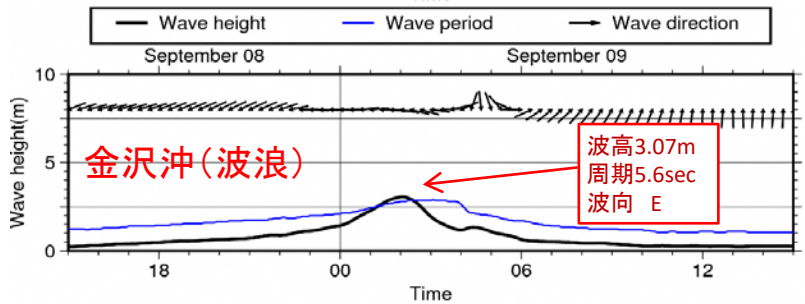
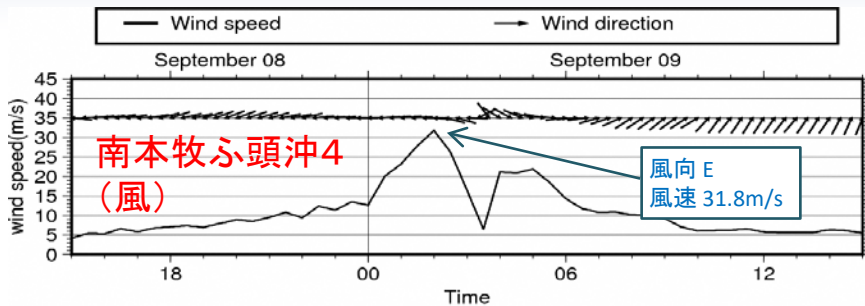
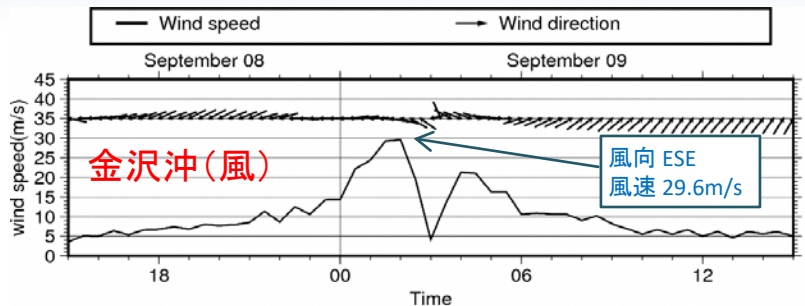
波浪推算値の実測値による検証

| | | 最大有義波高起時 | | | | | 最大有義波高時の波浪諸元 | | |
|------|-----|----------|---|---|---|----|--------------|-------|-----|
| | | 年 | 月 | 日 | 時 | 分 | 波高(m) | 周期(秒) | 波向 |
| 第二海堡 | 観測値 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 40 | 3.27 | 6.4 | — |
| | 推算値 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 30 | 3.59 | 6.9 | 南 |
| 東京港 | 観測値 | 2019 | 9 | 9 | 4 | 0 | 2.68 | 6.7 | — |
| | 推算値 | 2019 | 9 | 9 | 3 | 10 | 2.98 | 5.6 | 東南東 |

(注) 第二海堡の既往最大波：波高2.78m 周期7.0sec (2011年台風15号)

3. 波浪推算結果 (3)

横浜港の沖では最大風速は30m/s前後、風向は東～東南東、最大波浪は3.0～3.3m、周期は5.6～5.7秒、波向は東



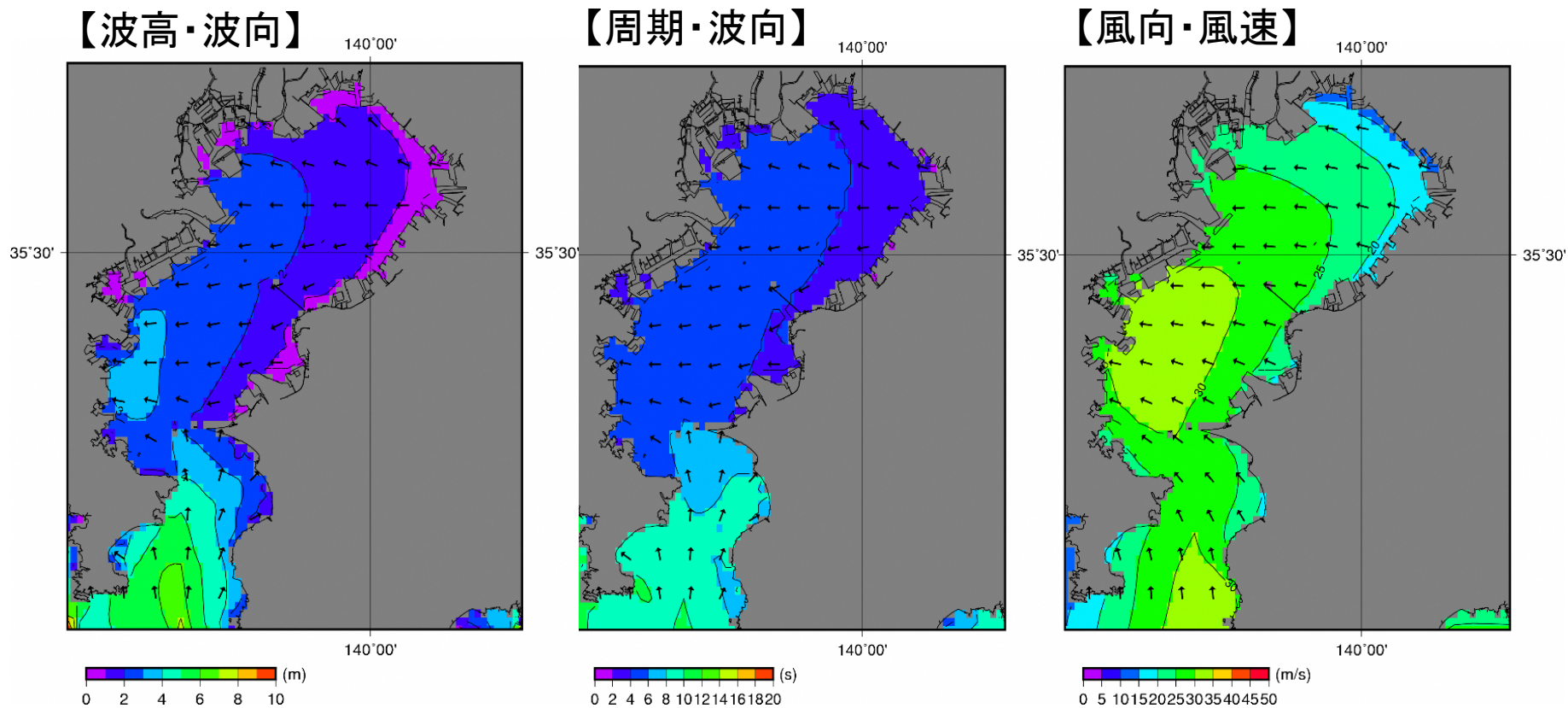
横浜港の沖での風波浪推算値(時系列図)

3. 波浪推算結果 (4)

各推算地点の風波浪推算値一覧表

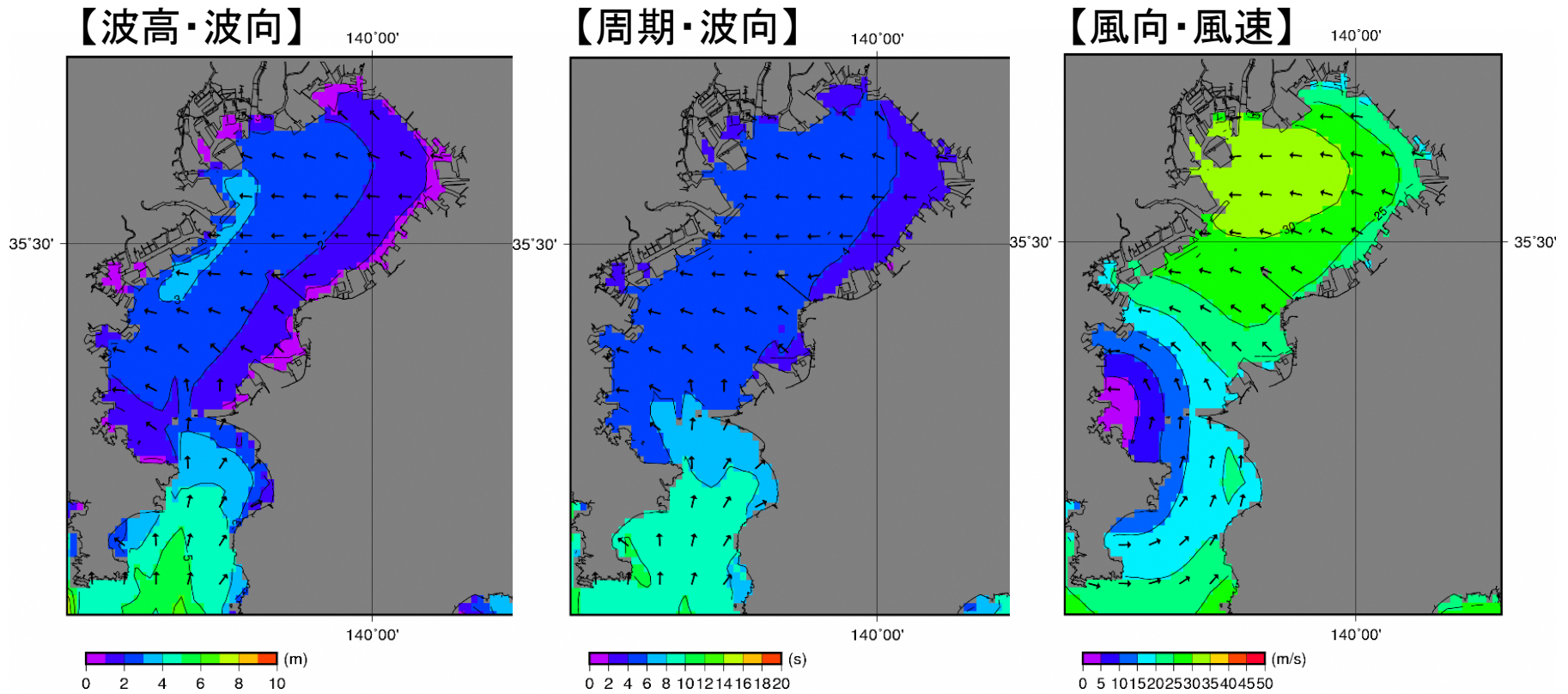
| 出力地点名 | 最大有義波高起時 | | | | | 最大有義波高時の波浪諸元 | | | 最大風速起時 | | | | 最大風速 (m/s) | 風向 |
|------------|----------|---|---|---|----|--------------|-------|-----|--------|---|---|----|---------------|-----|
| | 年 | 月 | 日 | 時 | 分 | 波高(m) | 周期(秒) | 波向 | 月 | 日 | 時 | 分 | | |
| 東京湾口 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 30 | 5.06 | 8.4 | 南南西 | 9 | 9 | 4 | 30 | 30.8 | 西南西 |
| 第二海堡 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 30 | 3.59 | 6.9 | 南 | 9 | 9 | 1 | 30 | 30.4 | 東南東 |
| 横須賀港 | 2019 | 9 | 9 | 1 | 40 | 2.47 | 5.1 | 東 | 9 | 9 | 1 | 30 | 29.2 | 東南東 |
| 八景島 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 0 | 3.00 | 5.5 | 東 | 9 | 9 | 1 | 30 | 29.9 | 東 |
| 川崎港 | 2019 | 9 | 9 | 3 | 0 | 3.08 | 5.7 | 東南東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 31.1 | 東 |
| 羽田空港 | 2019 | 9 | 9 | 3 | 5 | 3.04 | 5.5 | 東 | 9 | 9 | 3 | 0 | 30.2 | 東 |
| 東京港 | 2019 | 9 | 9 | 3 | 10 | 2.98 | 5.6 | 東南東 | 9 | 9 | 3 | 0 | 33.5 | 東 |
| 新木場沖 | 2019 | 9 | 9 | 3 | 15 | 2.76 | 5.4 | 東南東 | 9 | 9 | 3 | 0 | 33.0 | 東 |
| 浦安沖 | 2019 | 9 | 9 | 3 | 30 | 2.44 | 5.0 | 東南東 | 9 | 9 | 3 | 0 | 30.5 | 東 |
| 幕張沖 | 2019 | 9 | 9 | 6 | 45 | 2.07 | 5.1 | 南西 | 9 | 9 | 3 | 30 | 26.4 | 東南東 |
| 千葉港 | 2019 | 9 | 9 | 6 | 30 | 2.89 | 5.6 | 西南西 | 9 | 9 | 6 | 0 | 29.6 | 西 |
| 袖ヶ浦 | 2019 | 9 | 9 | 6 | 15 | 2.52 | 5.2 | 西 | 9 | 9 | 5 | 30 | 28.9 | 西 |
| 木更津港 | 2019 | 9 | 9 | 5 | 45 | 0.86 | 3.9 | 西 | 9 | 9 | 5 | 30 | 26.6 | 西 |
| 金沢沖 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 5 | 3.07 | 5.6 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 29.6 | 東南東 |
| 金沢木材ふ頭沖 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 10 | 3.06 | 5.7 | 東南東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 30.7 | 東南東 |
| 南本牧ふ頭沖1 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 20 | 3.23 | 5.7 | 東南東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 32.3 | 東 |
| 南本牧ふ頭沖2 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 20 | 3.28 | 5.7 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 32.7 | 東 |
| 南本牧ふ頭沖3 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 25 | 3.27 | 5.7 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 32.6 | 東 |
| 南本牧ふ頭沖4 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 15 | 2.96 | 5.6 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 31.8 | 東 |
| 本牧ふ頭海づり公園沖 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 15 | 3.08 | 5.6 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 31.6 | 東 |
| 本牧ふ頭沖1 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 25 | 3.20 | 5.7 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 32.4 | 東 |
| 本牧ふ頭沖2 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 25 | 3.06 | 5.6 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 31.4 | 東 |
| 本牧ふ頭沖3 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 40 | 1.09 | 4.6 | 東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 30.6 | 東 |
| 大黒ふ頭沖 | 2019 | 9 | 9 | 2 | 35 | 3.08 | 5.7 | 東南東 | 9 | 9 | 2 | 0 | 31.9 | 東 |

3. 波浪推算結果 (5)



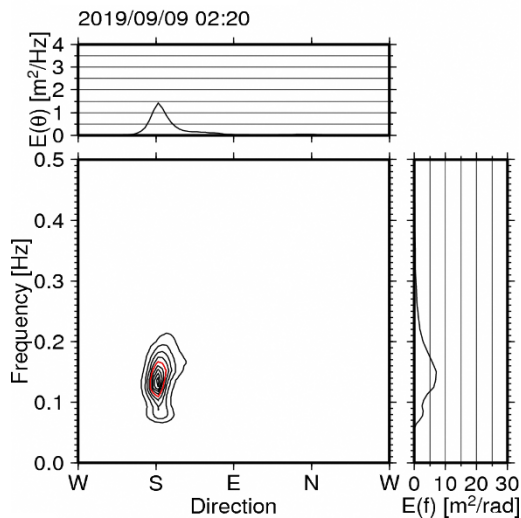
風・波浪平面分布図(2019年9月9日2時00分)

3. 波浪推算結果 (6)



風・波浪平面分布図(2019年9月9日3時00分)

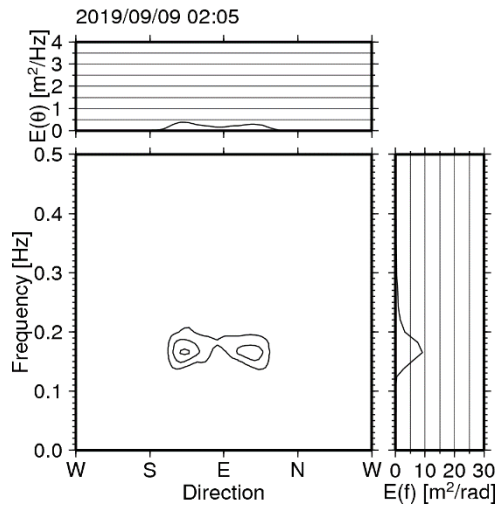
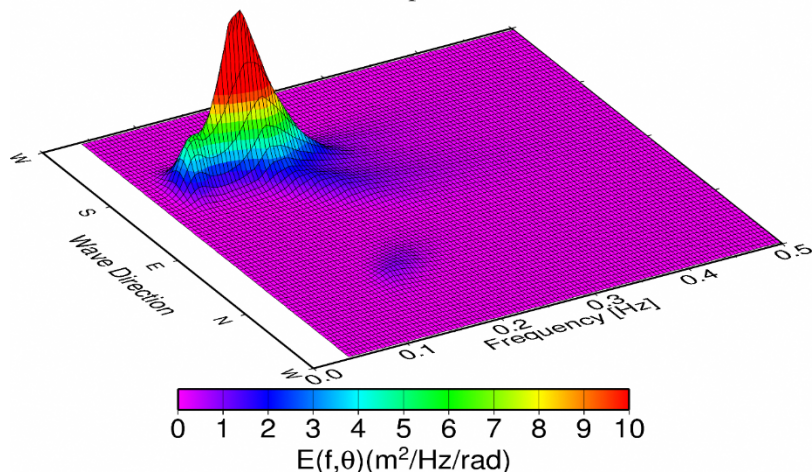
3. 波浪推算結果 (7)



2019/09/09 02:20

【第二海堡】

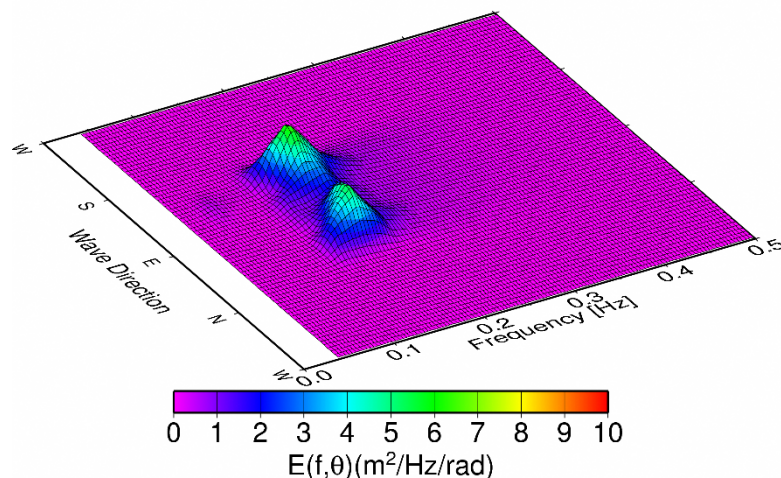
1st peak: T=7.3s Dir=S
2nd peak: T=11.7s Dir=S



2019/09/09 02:05

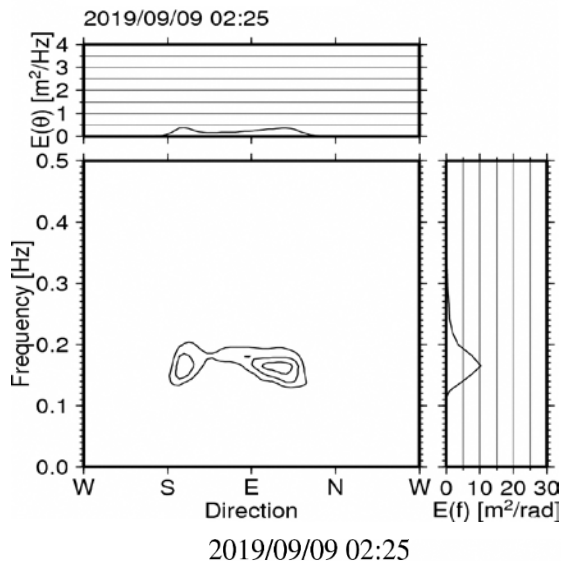
【金沢沖】

1st peak: T=6.0s Dir=SE
2nd peak: T=6.0s Dir=ENE



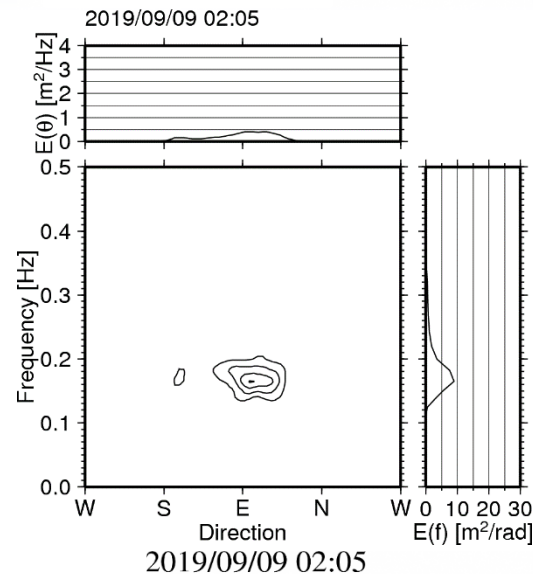
波浪方向スペクトル図(第二海堡、金沢沖; 波浪最大時)

3. 波浪推算結果 (8)



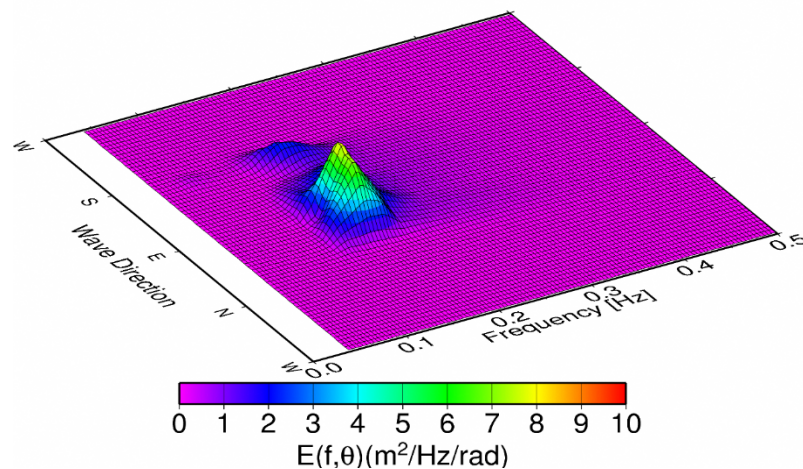
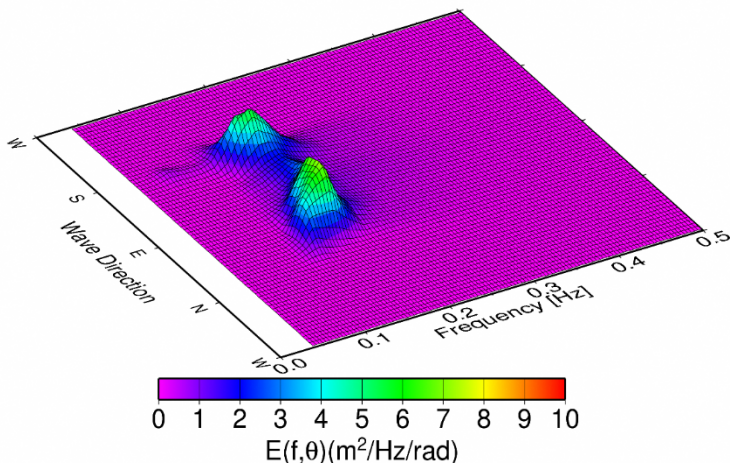
1st peak: T=6.0s Dir=ENE
2nd peak: T=6.0s Dir=SSE

【南本牧ふ頭沖2】



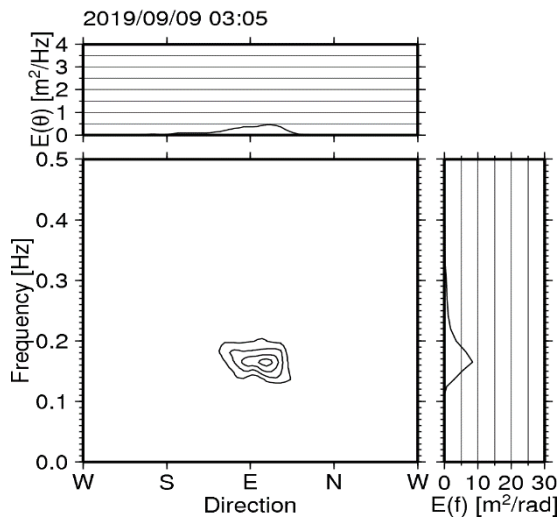
1st peak: T=6.0s Dir=ENE
2nd peak: T=5.5s Dir=E

【本牧ふ頭沖1】



波浪方向スペクトル図(南本牧ふ頭沖2、本牧ふ頭沖1; 波浪最大時)

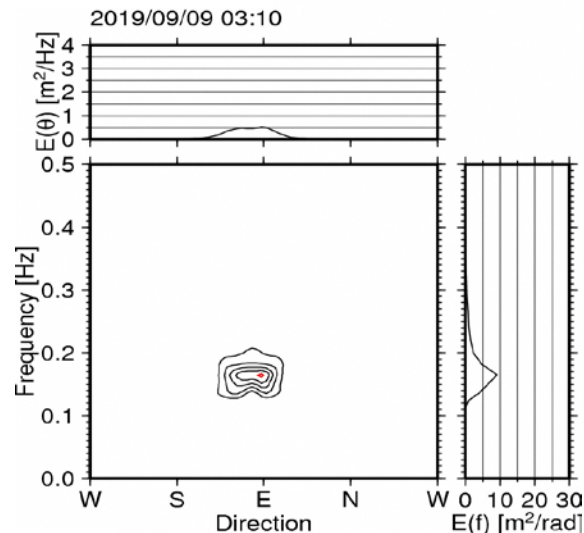
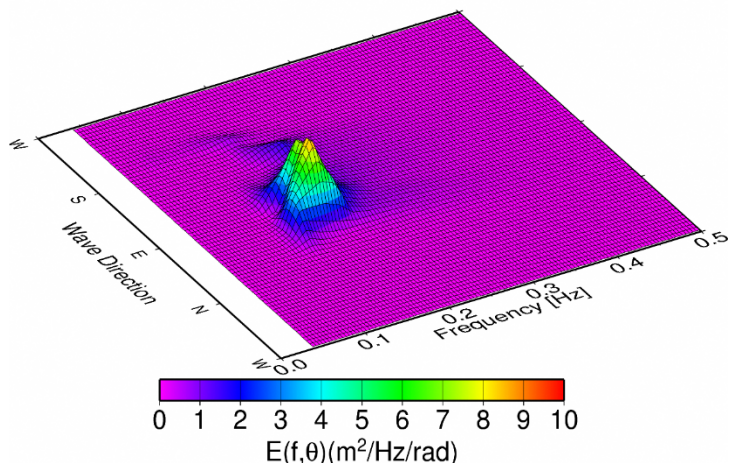
3. 波浪推算結果 (9)



2019/09/09 03:05

【羽田空港】

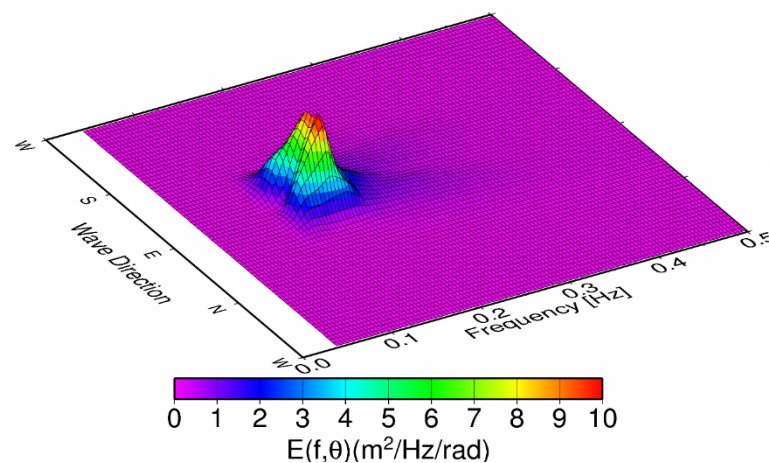
1st peak: T=6.0s Dir=ENE
2nd peak: T=5.5s Dir=ESE



2019/09/09 03:10

【東京港】

1st peak: T=6.0s Dir=E
2nd peak: T=6.0s Dir=ESE



波浪方向スペクトル図(羽田空港、東京港; 波浪最大時)

4. 台風1915号の波浪推算結果のまとめ

- ① 東京湾周辺の風観測地点(8カ所)で検証したところ、風の推算値は概ね観測値を再現していると判断される
- ② 東京湾内の波浪観測地点(2カ所)で、風、波浪とも、概ね推算値は観測値を再現しており、**横浜港の推算風や推算波浪は実況を再現していると判断される**
- ③ 横浜港の沖では**最大風速は30m/s前後、風向は東～東南東、最大波浪は3.0～3.3m、周期は5.6～5.7秒、波向は東であり、2方向からの波浪が来襲している方向スペクトルが推算された**
- ④ 第二海堡では既往最大波高を超える波高が観測された
(今回の最大波高:3.27m 既往最大波高:2.78m)
- ⑤ 今回の台風1915号による第二海堡における推算波高は、50年確率波高を超えており、**これまでにない過去最大級の波浪であった**
(今回の推算最大波高:3.59m 50年確率波高:3.50m)
- ⑥ 今回の台風1915号による横浜港における波浪は、高波高であることと、2方向波浪であることにより、**重複波の発生等これまで経験したことのない波浪特性を有していた**

高波による被災のメカニズム検証

高波による被災のメカニズム検証

【内容】

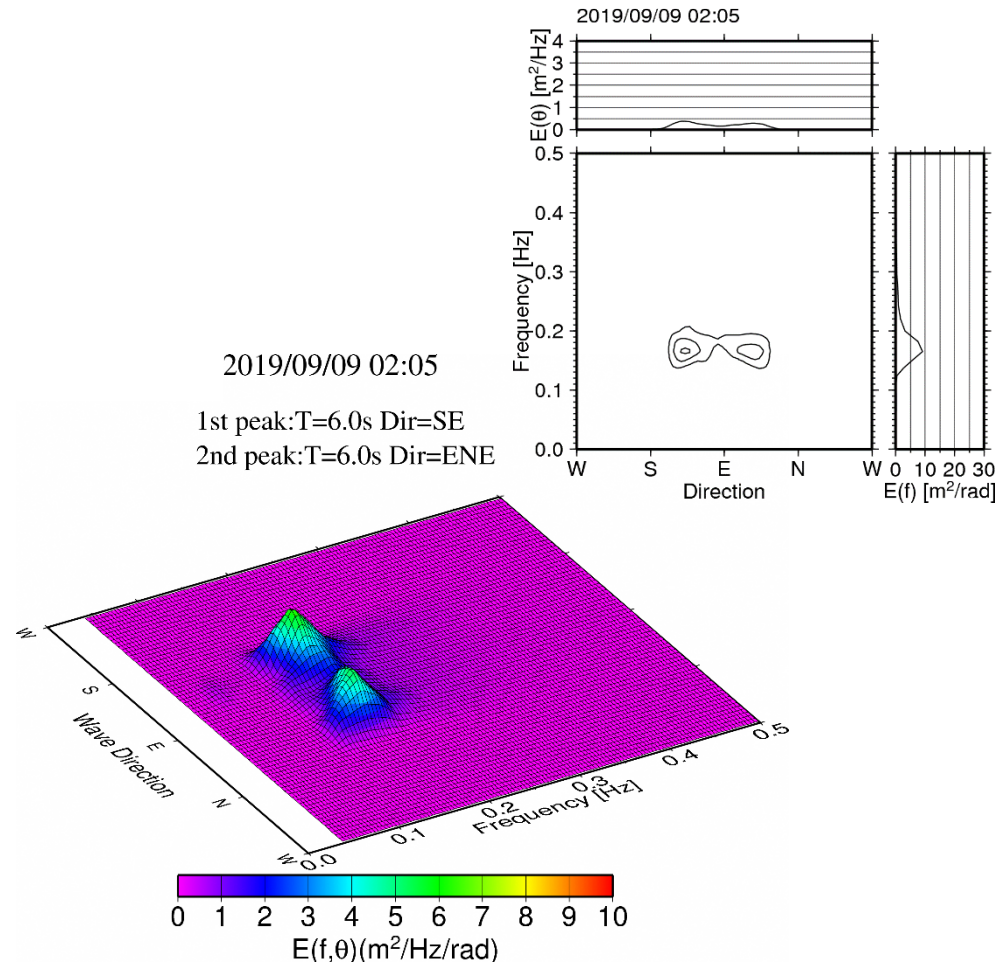
1. 波浪変形計算
2. 堤前波の推定
3. 波浪変形計算結果(速報)
4. 計算結果の考察(波の到達高さ η^*)

1. 波浪変形計算

台風1915号における福浦護岸沖合では二山形のスペクトルが発生しており、湾口と湾奥から波浪が来襲していたことが推察される。そこで、2方向の波浪について波浪変形計算を行い、護岸前面で、どの程度の波高となるか検討を行った。



波浪推算計算領域図(第6領域)



波浪方向スペクトル図(金沢沖; 波浪最大時)

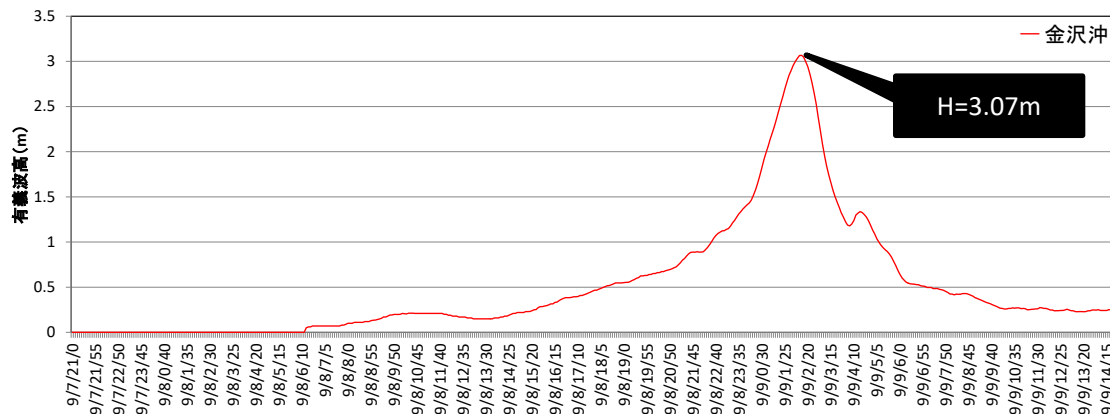
1. 波浪変形計算

波浪条件

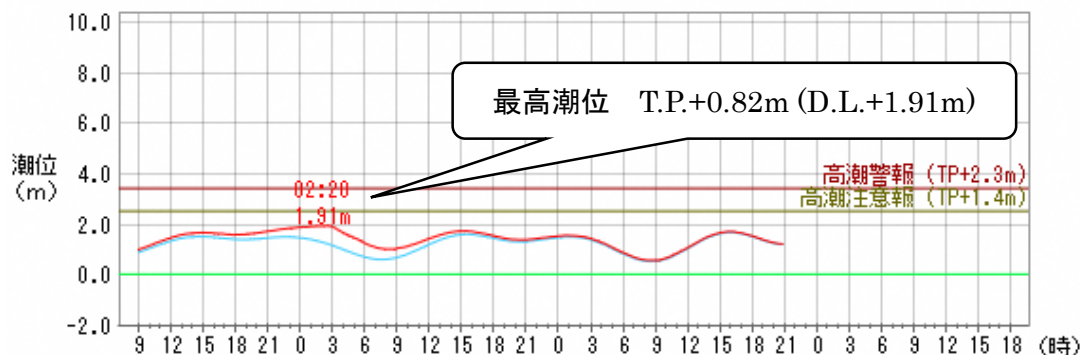
波浪条件は、有義波高のピーク時を対象とする。

潮位については、近隣の横浜港での最高潮位 (T.P.+0.82m (D.L.+1.91m)) とする。

有義波高のピーク時と最高潮位の時刻は概ね一致している。



有義波高の時刻歴: 金沢沖



潮位の時刻歴: 横浜港

1. 波浪変形計算

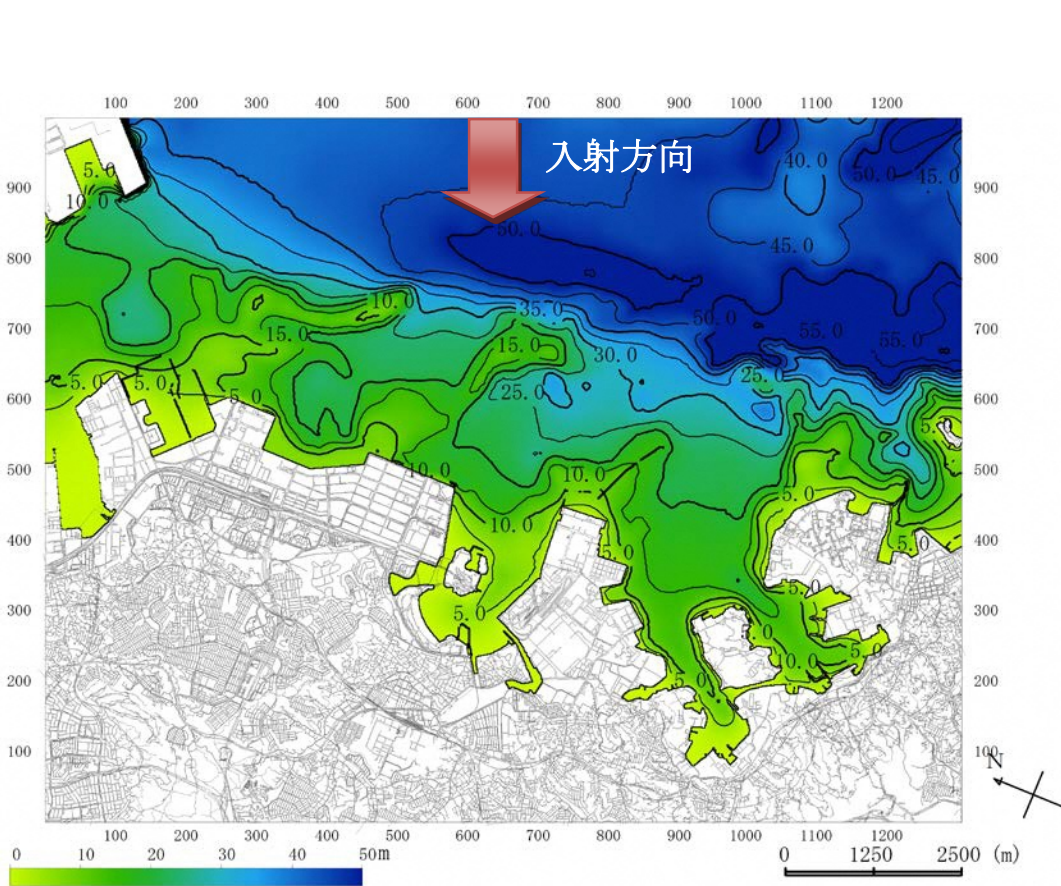
計算条件(エネルギー平衡方程式)

入射条件は波浪推算値抽出位置(金沢沖)での波高を示しており、計算ではこの位置での波浪諸元が推算値を再現するように、波高条件のチューニングを行った。

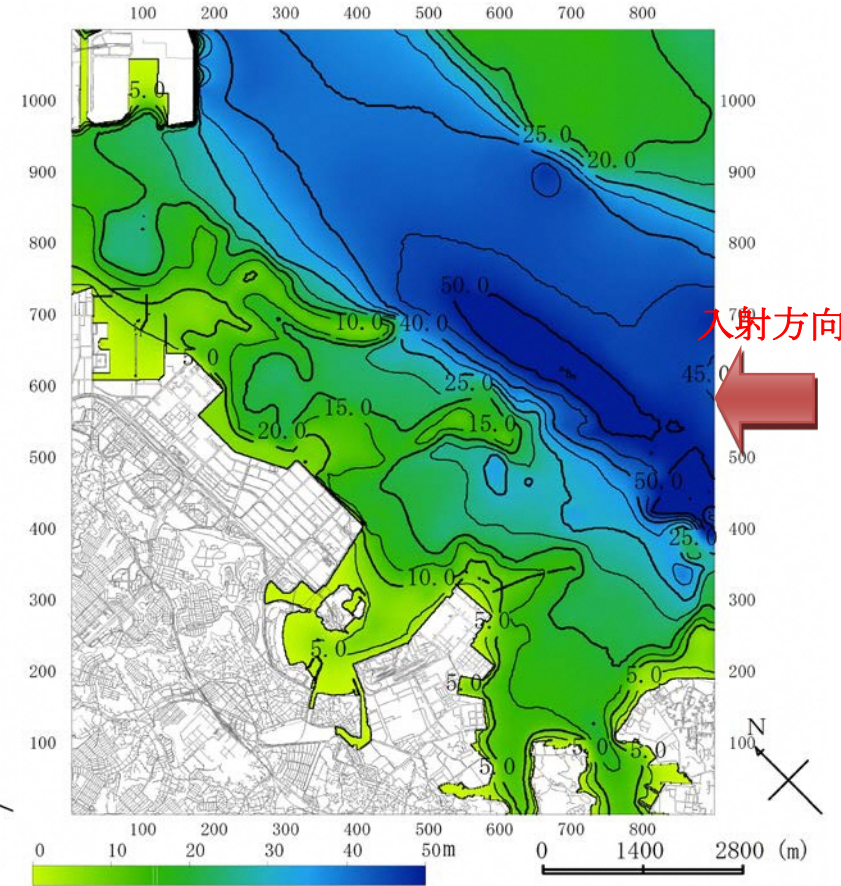
| 計算条件 | | 設定値 | | 備考 |
|-----------------------|--------|--------|--------------------------------|-----------|
| 波浪条件 | 方向分割数 | 36 | | |
| | 周波数分割数 | 10 | | |
| | Smax | 10 | | |
| | 周期(s) | 6.0 | | |
| 潮位条件 | | 潮位ピーク時 | T. P. +0.82m (D. L. +1.91m) | 横浜港 潮位推算値 |
| 入力波条件(m) (推算地点の波高) | | ENE | 2.07 | |
| | | SE | 2.24 | |
| 計算領域 (計算モデル) | | 格子サイズ | 10.0m | |
| | | ENE | 13km × 10km | |
| | | SE | 9km × 11km | |

1. 波浪變形計算

計算領域



波向ENE



波向SE

1. 波浪変形計算

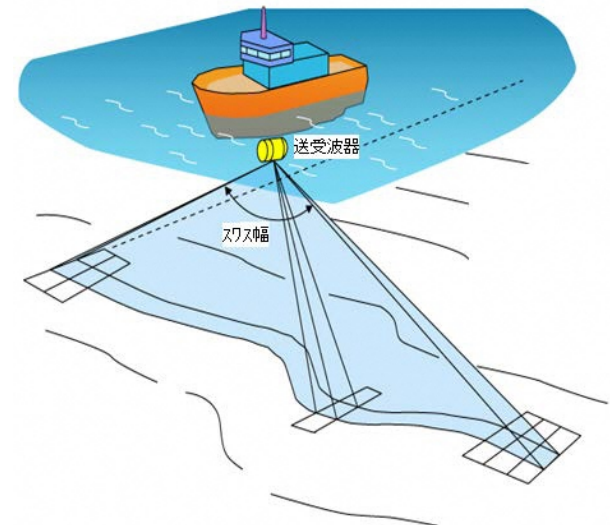
ナローマルチによる海底地形の測量



航路調査船「べいさーち」

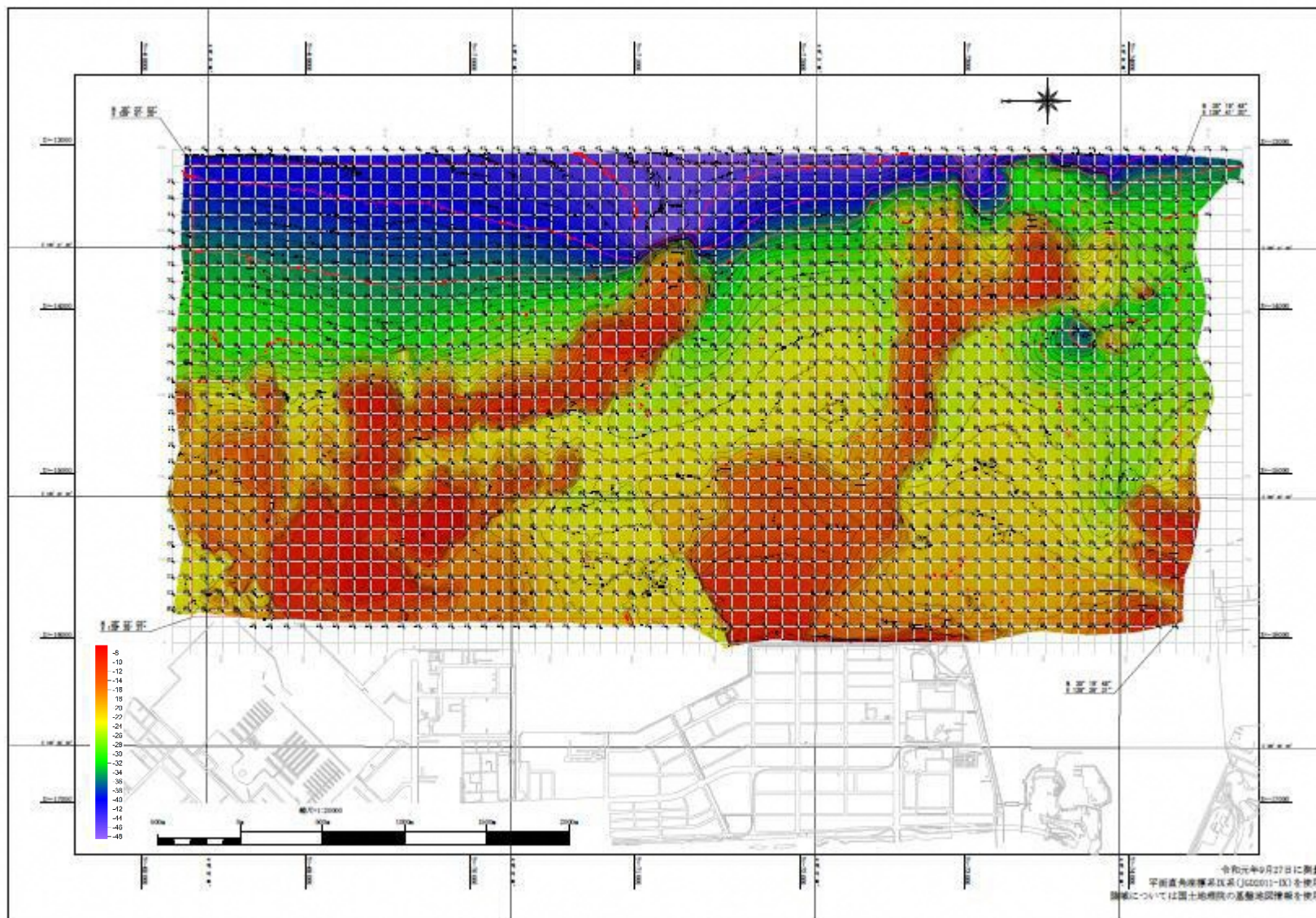
関東地方整備局 湾口航路事務所所有

| 東京湾口航路事務所 / 横浜港 | |
|-----------------|---------------------------------|
| 航路調査船 「べいさーち」 | |
| 船形：材質 | 単胴：高張力鋼/耐食アルミ |
| 船級：操船 | JG：委託 |
| 総トン数 | 75トン |
| 主要目 | (L)28.00 × (B)6.00 × (D)3.0 (m) |
| 航行区域 | 沿海 |
| 主機関 | 1109kw × 2 |
| 速力 | 24.8ノット |
| 建造年月 | H 27.3 |
| 乗船定員 | 21名(24h未満) |
| 船員(法定定員) | 3名(3名) |



測量イメージ

1. 波浪変形計算



深浅測量結果

2. 堤前波の推定

波向ENEと波向SEの波浪変形計算結果から対象護岸前面の波浪諸元(換算沖波波高、有義波高、最高波高、周期)を抽出し、以下に示す式に準じて、エネルギー合成して堤前波を推定する。

なお、波向については2波浪の卓越波向を平均して評価した。

波高の合成

$$H = \sqrt{H_I^2 + H_{II}^2}$$

周期の合成

$$T = k \sqrt{\frac{H_I^2 + H_{II}^2}{\frac{H_I^2}{T_I^2} + \frac{H_{II}^2}{T_{II}^2}}}$$

$$k = 1.0 + a \left(\frac{R_H}{\mu} \right)^{-0.121A \ln \left(\frac{R_H}{\mu} \right)}$$

$$a = 0.08(\ln R_T)^2 - 0.15 \ln R_T$$

$$\mu = \begin{cases} 0.632 + 0.144 \ln R_T & ; 0.1 \leq R_T \leq 0.8 \\ 0.6 & ; 0.8 \leq R_T < 1.0 \end{cases}$$

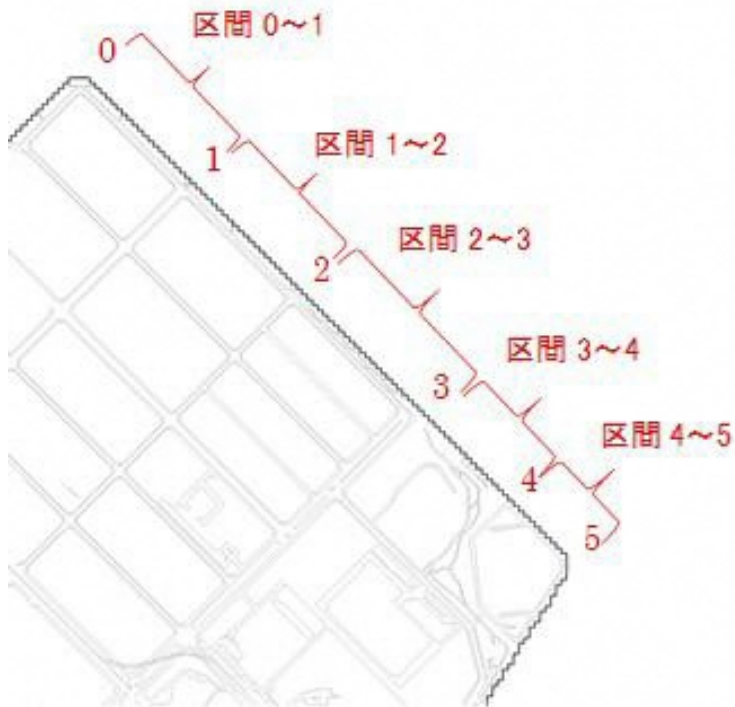
$$A = \begin{cases} 13.97 + 4.33 \ln R_T & ; 0.1 \leq R_T \leq 0.4 \\ 10.0 & ; 0.8 \leq R_T < 1.0 \end{cases}$$

$$R_H = \frac{H_I}{H_{II}}$$

$$R_T = \frac{T_I}{T_{II}}$$

3. 波浪変形計算結果 (速報)

※卓越波向:Nから左回りの角度



抽出区分

波高の合成

$$H = \sqrt{H_I^2 + H_{II}^2}$$

周期の合成

$$T = k \sqrt{\frac{H_I^2 + H_{II}^2}{\frac{H_I^2}{T_I^2} + \frac{H_{II}^2}{T_{II}^2}}}$$

波向ENE

| 区間 | 波向ENE | | | | |
|-----|------------|----------|----------|--------|----------|
| | 換算沖波波高 (m) | 有義波高 (m) | 最大波高 (m) | 周期 (s) | 卓越波向 (°) |
| 0~1 | 2.314 | 2.174 | 3.913 | 6.401 | 69.408 |
| 1~2 | 2.353 | 2.208 | 3.975 | 6.395 | 76.996 |
| 2~3 | 2.047 | 1.917 | 3.451 | 6.098 | 76.568 |
| 3~4 | 2.063 | 1.935 | 3.483 | 6.098 | 74.454 |
| 4~5 | 2.046 | 1.921 | 3.457 | 6.074 | 74.773 |

波向SE

| 区間 | 波向SE | | | | |
|-----|------------|----------|----------|--------|----------|
| | 換算沖波波高 (m) | 有義波高 (m) | 最大波高 (m) | 周期 (s) | 卓越波向 (°) |
| 0~1 | 2.342 | 2.203 | 3.965 | 6.263 | 110.000 |
| 1~2 | 2.132 | 2.013 | 3.624 | 6.082 | 110.600 |
| 2~3 | 2.012 | 1.891 | 3.405 | 5.937 | 104.400 |
| 3~4 | 2.029 | 1.908 | 3.435 | 5.992 | 106.500 |
| 4~5 | 2.065 | 1.936 | 3.484 | 5.998 | 111.600 |

堤前波諸元(エネルギー合成)

| 区間 | 合成波 | | | | |
|-----|------------|----------|----------|--------|----------|
| | 換算沖波波高 (m) | 有義波高 (m) | 最大波高 (m) | 周期 (s) | 卓越波向 (°) |
| 0~1 | 3.292 | 3.095 | 5.571 | 6.300 | 89.704 |
| 1~2 | 3.175 | 2.988 | 5.379 | 6.300 | 93.798 |
| 2~3 | 2.870 | 2.693 | 4.848 | 6.000 | 90.484 |
| 3~4 | 2.894 | 2.717 | 4.892 | 6.100 | 90.477 |
| 4~5 | 2.907 | 2.727 | 4.908 | 6.000 | 93.187 |

4. 計算結果の考察 (波の到達高さ η^*)

合田式による護岸前面の波圧分布より、水面を基準とした波の到達高さ η^* は、8.55m(波高の1.5倍)と推定される。
したがって、波浪の不規則性(非線形性)を考慮すると、概ねTP+10m程度まで波が到達したと推定される。

直立壁に作用する波力(合田式による前面波圧)

η^* : 静水面上波圧強度が0となる高さ(m)

$$\eta^* = 0.75(1 + \cos \beta) \lambda_1 H_D$$

ここで、 $\beta = 0$ 、 $\lambda_1 = 1.0$ とすると、

$$\eta^* = 1.5 H_D$$

最大波高 $H_D = 5.571(m)$ のとき、

$$\eta^* = 1.5 \times 5.571 = 8.36(m)$$

